

Niko Karilainen

PETIHIEKAN KIERRÄTYS VOIMALAITOKSESSA

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Energiatekniikan suuntautumisvaihtoehto
2012

PETIHIEKAN KIERRÄTYS VOIMALAITOKSESSA

Karilainen, Niko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2012
Ohjaaja: Heinola, Reino
Sivumäärä: 29
Liitteitä:5

Asiasanat: petihiekka, hiekanerotus, seulonta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Pori Energia Oy:n Aittaluodon voimalaitoksen petihiekan uudelleenkierrätystä. Kyseistä käytäntöä käytetään uusissa, rakennettavissa laitoksissa ja myöskin Porin Prosessivoima Oy:n Kaanaan voimalaitoksen molemmilla kiinteänpolttoaineenkattiloilla. Laitteistoja tiedusteltiin kolmelta eri valmistajalta. Heidän esittämiään ratkaisuja ja laitteistoja vertailtiin keskenään ja yritettiin etsiä Pori Energia Oy:tä parhaiten palveleva ratkaisu. Laitteiston investointihintaan ja takaisinmaksuaikaan kiinnitettiin erityisesti huomiota.

SAND RECOVERY SYSTEM IN POWER PLANT

Karilainen, Niko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in mechanical and production engineering

May 2012

Supervisor: Heinola, Reino

Number of pages: 29

Appendices: 5

Keywords: bedsand, sand recovery, screening

The purpose of this thesis was clarify the Pori Energia Oy Aittaluoto power plant's bedsand recirculation to boiler. This protocol is used for the new power plants and also Pori Prosessivoima Oy's a power plant at Kaanaa in both solid fuel boilers. The equipments were asked for the three different manufactures. Their presented solutions and equipments were compared with each other and look the best solutions for Pori Energia Oy. Especially pay attention to equipment investment costs and pay-back time.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	PORI ENERGIA OY.....	5
2.1	Pori Energia Oy yleisesti	5
2.2	Aittaluodon voimalaitos.....	6
2.2.1	R-kattila	7
2.2.2	RT-kattila	9
2.2.3	Apukattila	10
3	LEIJUKERROSPOLTTO	11
3.1	Leijukerros poltto yleisesti.....	11
3.1.1	Leijupetikattila.....	11
3.1.2	Kiertopetikattila.....	13
3.1.3	Leijuhiekka	15
3.1.4	Pohjatuhka	16
4	NYKYISET KÄYTÄNNÖT, BENCHMARKING	17
4.1	Aittaluodon nykyinen käytäntö.....	17
4.1.1	R-kattilan nykyinen käytäntö	17
4.1.2	RT-kattilan nykyinen käytäntö	18
4.2	Pohjatuhkan käsittely Porin Prosessivoima Oy:n laitoksilla	18
4.2.1	CFB Cymic- kattilalaitos	19
4.2.2	Pyroflow- kattilalaitos	20
4.3	Yhteenveto	22
5	TOIMITTAJIEN TARJOAMAT RATKAISUT.....	23
5.1	Raumaster Oy:n ratkaisu.....	23
5.2	BMH Technology Oy:n ratkaisu.....	23
5.3	Metso Oy:n ratkaisu	23
5.4	Yhteenveto ratkaisuista.....	23
6	INVESTOINTI.....	24
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Pori Energia Oy:n Aittaluodon voimalaitoksen petihiekan uudelleen kierrätystä. Selvityksen pääpainona pidettiin uudelleenkierrätykseen soveltuvien laitteiden vertailua ja investointien kustannuksia. Vertailukohtana käytetään Porin Prosessivoima Oy:n Kaanaan voimalaitosta ja sen ratkaisuja.

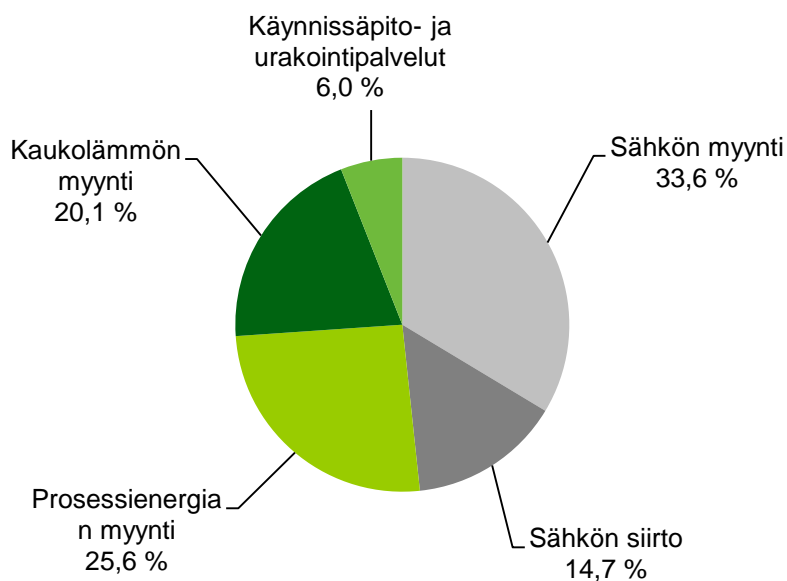
Tuhkan jatkokäsittelyyn ja mahdollisiin muihin hyötykäyttömahdollisuuksiin ei juurikaan perehdytä tässä tutkimuksessa.

Tällä hetkellä petihiekkaa tuodaan Aittaluodon voimalaitokselle 2979 tonnia vuodessa (Liite 1). Voimalaitokselta viedään 3520 tonnia pohjatuhkaa, suurinosa tästä on petihiekkaa. Pohjatuhka kuljetetaan pois kuorma-autolla ja vuodessa tämä tarkoittaa 273 kuormallista (Liite 2). Petihiekan kustannukset ovat viimeisen kymmenen vuoden aikana noussut huomattavasti./6/

2 PORI ENERGIA OY

2.1 Pori Energia Oy yleisesti

Pori Energia Oy on Porin kaupungin omistama osakeyhtiö. Yrityksen liikevaihto koostuu sähkön, sähkönsiirron, kaukolämmön, kunnossapito- urakointi- ja tuulivoimapalveluiden sekä teollisuuden energiapalveluiden myymisestä.



Kuva 1. Pori Energia Oy:n liikevaihdon jakautuminen vuonna 2011

Pori Energia -konsernin talouden tunnusluvut esitettynä taulukossa 1.

Taulukko 1. Pori Energia Oy:n talouden tunnusluvut vuosina 2009, 2010 ja 2011

	2011	2010	2009
Liikevaihto, M€	160,6	144,5	134,1
Liikevoitto, M€	17,5	14,3	1,1
Sijoitetun pääoman tuotto-%	10,2	8,4	0,8
Omavaraisuusaste (%)	20,4	17,5	15,2
Investoinnit, M€	16,1	15,2	16,2

Tunnusluvuista voidaan todeta yhtiön tekevän hyvää nousujohteista tulosta. /2/

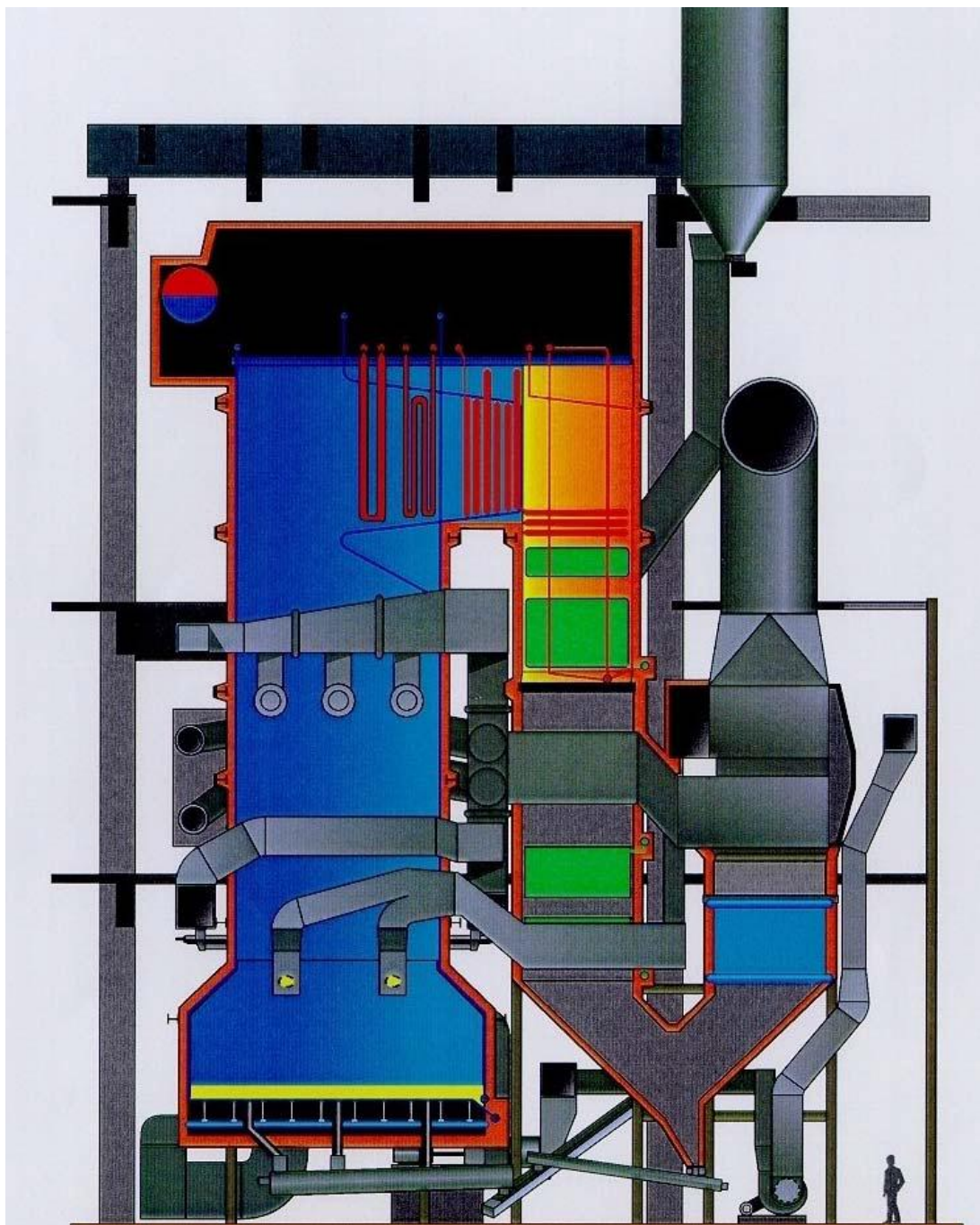
2.2 Aittaluodon voimalaitos

Aittaluodon teollisuusalueella sijaitsee yksi Pori Energia Oy:n voimalaitoksista. Energiaa tuotetaan kolmella kattilalla, kaksi kiinteää polttoainetta polttavaa leijupetikattilaa ja yksi raskasöljykäyttöinen apukattila. Kiinteänpolttoaineen kattilat polttavat turvetta ja biopolttoainetta, sekä ylösajo- ja häiriötilanteissa öljyä. Raskasöljykäyttöinen apukattila toimii lähinnä vara- ja huippukuormakattilana.

2.2.1 R-kattila

R-kattila on voimalaitoksen pienempi kahdesta kiinteää polttoainetta polttavasta kattilasta. Kattila on Oy W. Rosenlew AB:n valmistama ja se on otettu arinakattilana käyttöön vuonna 1968. Kattila on saneerattu vuonna 1994, jolloin se muutettiin leijupetikattilaksi. R-kattilan ajokausi ajoittuu kesään ja talveen. Kesällä kattilan teho riittää tuottamaan tarvittavan määrän energiaa ja talven kylmimpinä aikoina kattila on myös käytössä, kuorman tasaajana.

R-kattilan tekniset tiedot esitettynä taulukossa 2.



Kuva 2. R-kattilan halkileikkaus (kuva Kvaerner Pulping)

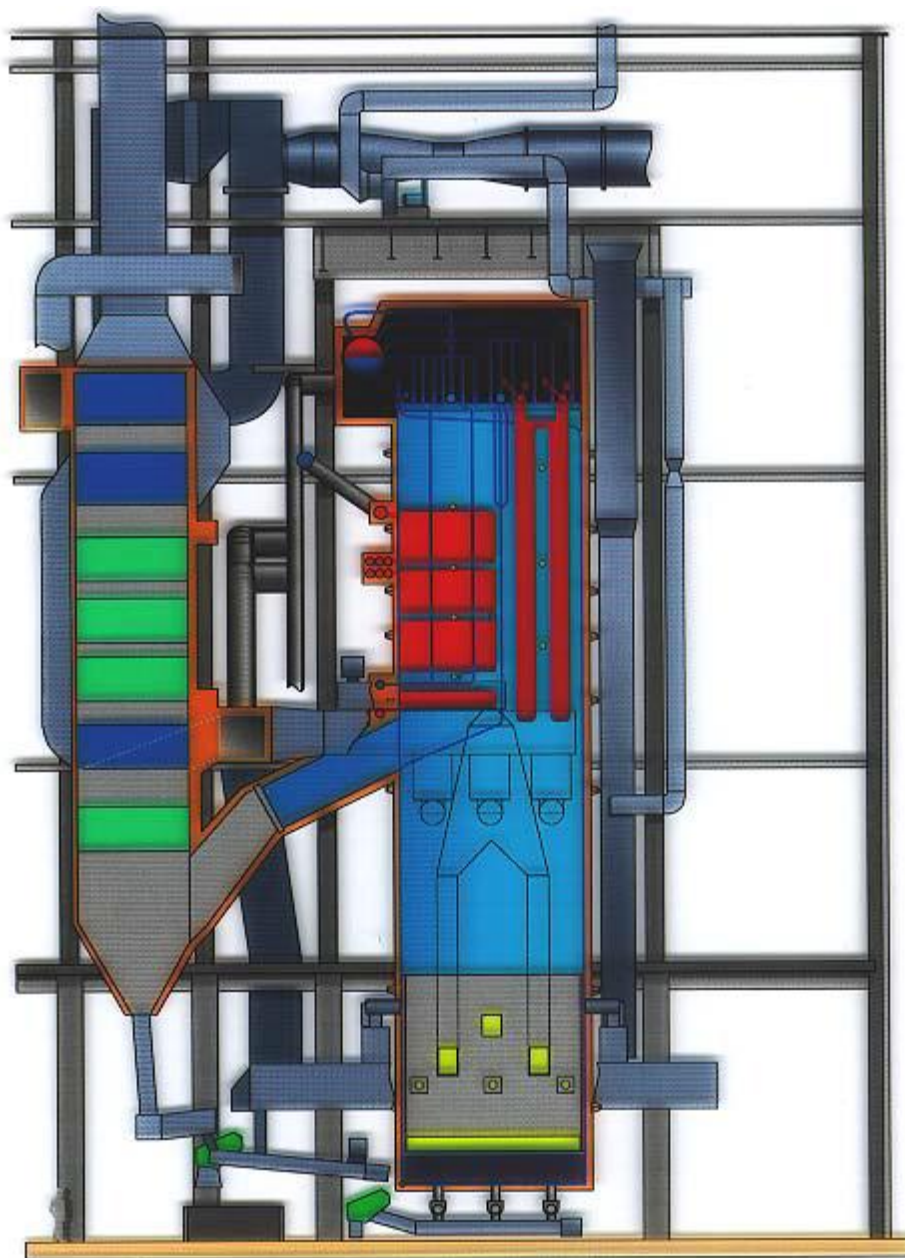
Taulukko 2. R-kattilan tekniset tiedot

Valmistaja	Oy W. Rosenlew AB, Pori
Leijupetimuutos	Kvaerner Pulping Oy, Tampere
Kattilateho	90MW
Tuorehöyryn paine	112 bar
Tuorehöyryn lämpötila	525 °C
Höyryn kehitys	32 kg/s
Leijupedin lämpötila	700-950 °C

2.2.2 RT-kattila

RT-kattila on voimalaitoksen toinen kiinteää polttoainetta polttava kattila. Kattila on Oy W. Rosenlew AB:n valmistama ja se on otettu arinakattilana käyttöön vuonna 1981. Kattila on saneerattu vuonna 1996, jolloin se muutettiin leijupetikattilaksi. RT-kattilan ajokausi ajoittuu syksystä kevääseen. Kesällä kattilalla ei juuri ajeta, koska sen kapasiteetti on liian suuri kesäajan energian tarpeeseen nähden.

RT-kattilan tekniset tiedot esitettynä taulukossa 3.



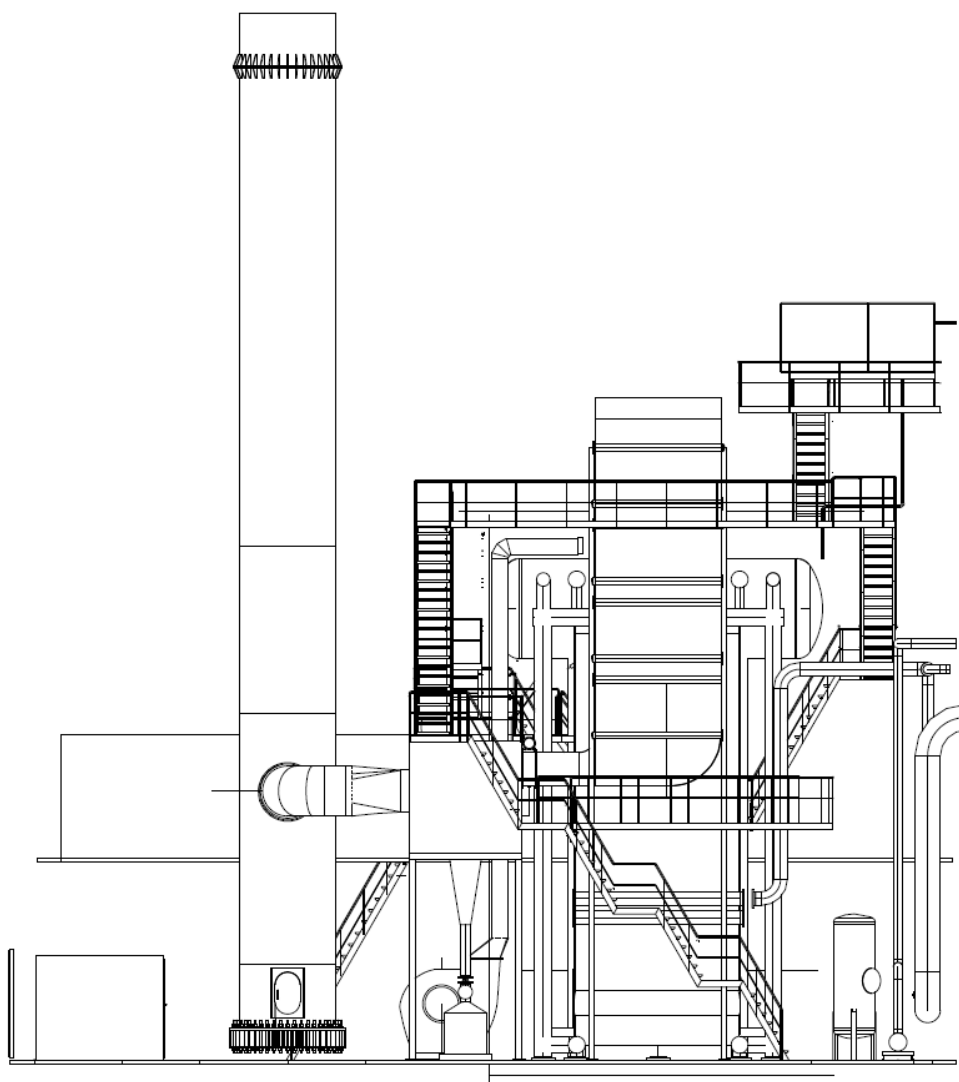
Kuva 3. RT-kattilan halkileikkaus (kuva Kvaerner Pulping)

Taulukko 3. RT-kattilan tekniset tiedot

Valmistaja	Oy W. Rosenlew AB, Pori
Leijupetimuutos	Kvaerner pulping Oy, Tampere
Kattilateho	116MW
Tuorehöyryn paine	113 bar
Tuorehöyryn lämpötila	525 °C
Höyryn kehitys	44 kg/s
Leijupedin lämpötila	700-950 °C

2.2.3 Apukattila

Apukattila on raskasta polttoöljyä polttava vara- ja huippukuormakattila. Kattila on KPA Unicon Oy:n toimittama ja se on otettu käyttöön vuonna 2007.



Kuva 4. Apukattilan kuva (kuva KPA-Unicon)

Taulukko 4. Apukattilan tekniset tiedot

Polttoaine	
Tyyppi	Teboil HFO 420 /1/
Tehollinen lämpöarvo	41 MJ/kg
Tiheys (15°C)	987 kg/m ³
Palamisilma	
Lämpötila	25 °C
Suhteellinen kosteus	50 %
Höyry	
Lämpötila	220 °C
Paine	16 bar
Kattila teho	46MW

3 LEIJUKERROSPOLTTO

3.1 Leijukerros poltto yleisesti

Leijukerros polttoa ryhdyttiin soveltamaan energiantuotannossa vasta 1970-luvulla. Viime vuosikymmenien aikana leijukerros poltto on yleistynyt melko laajasti. Polttotapa mahdollistaa eri polttoaineiden, myös huonolaatuisten, polton samassa kattilassa hyvällä palamishyötysuhteella. Lisäksi leijukerros poltossa käytetään alhaista palamislämpötilaa, jolloin typenoksidipäästöt jäävät hyvin pieniksi. Tekniikka mahdollistaa myös edullisen savukaasujen rikinpoisto, joka saadaan toteutettua syöttämällä kalkkia suoraan tulipesään./3/

3.1.1 Leijupetikattila

Polttoaine syötetään petin päälle mekaanisesti. Polttoainesiilon alapuolinen kuljetin syöttää polttoaineen sulkusyöttimen kautta pudotusputkeen, josta se putoaa petin päälle. Jotta polttoaine saadaan jakautumaan tasaisesti koko petin alueelle, syöttöputkia on tavallisesti useita. Mekaanisten syöttöjärjestelmien etu esim.

pneumaattisiin järjestelmiin verrattuna on niiden sallima laajempi kokojakauma ja vähäisempi polttoaineen esikäsittelyn tarve.

Petin suuren lämpökapasiteetin ansiosta polttomenetelmä soveltuu hyvin kosteiden polttoaineiden polttoon eikä kuivausta tarvita. Kuumaan hiekkakerrokseen sekoittuva kostea polttoaine kuivuu nopeasti ja lämpenee syttymislämpötilaan. Suuri lämpökapasiteetti myös tasaa tehokkaasti polttoaineen laadunvaihteluja.

Ennen kuin pääpolttoainetta, joka yleensä on jokin kiinteä kostea aine, voidaan syöttää kattilaan, on peti lämmitettävä tasolle, joka varmistaa pääpolttoaineen turvallisen syttymisen eli lämpötilatasolle 500-600 °C. Alkulämmitys toteutetaan joko petiin tai sen päälle sijoitetuilla öljy- tai kaasulämmitteisillä sytytyspolttimilla. Tulipesän alaosan putket vuorataan tulenkestävällä massalla. Vuorauksen tarkoituksena on estää putkien kuluminen ja suojella niitä ylikuumenemiselta. Tulipesän pohjana on ilmanjakoarina. Se koostuu joko teräslevyyn tai jäähdytysputkistoon hitsatuista suuttimista. Myös arinassa on tulenkestävä vuoraus. Arinan painehäviön tulee olla kyllin suuri, n. 30-50 % leijupetin painehäviöstä. Tällä varmistetaan ilman tasainen jakautuminen petiin.

Tuhka poistetaan leijupetistä päästämällä tietty määrä hiekkaa arinan aukosta. Poistettu hiekka seulotaan, jotta siitä erottuu karkea kuona. Puhdistettu hiekka palautetaan kattilaan. Hienojakoinen tuhka jauhautuu leijupetissä ja poistuu savukaasujen mukana tulipesästä. Myös hiekka jauhautuu leijutuksen vaikutuksesta vähitellen ja poistuu savukaasujen mukana. Mikäli poltetaan vähätuhkaista polttoainetta, on kattilaan lisättävä hiekkaa jauhautuneen määrän korvaamiseksi.

Petin lämpötila on pidettävä niin alhaisena, ettei polttoaineen tuhka sula eikä edes pehmene, jolloin hiekka tuhkan vaikutuksesta sintraantuisi. Sintraantumaaan päässeen hiekan poistaminen kattilasta on hankalaa ja vaatii kattilan alasajon. Tämän vuoksi petin lämpötila pidetään n. 100 °C tuhkan pehmenemispisteen alapuolella, mikä esim. kotimaisten polttoaineiden poltossa tarkoittaa 900 °C:n lämpöä. Joskus kotimaisen polttoaineen ollessa suunniteltua kuivempaa on petiä jäähdytettävä vesiruiskutuksella tai savukaasujen kierrätyksellä tms. ratkaisulla, jotta lämpötila pysyy riittävän alhaisena.

Palamisen vaatima happi saadaan osittain leijutusilmasta. Sen lisäksi osa tarvittavasta palamisilmasta tuodaan petin päälle sekundääri-ilmana. Leijupetikattilan säätöalue on 100-30 %. Minimitehoa rajoittaa minimileijutusnopeus ja petin lämpötila, jonka tulisi olla vähintään 700 °C. Yläpäässä tehoa rajoittaa leijupetin maksimilämpötila ja

petimateriaalin karkaaminen sekä palamattomien määrän kasvu. Säätoaluetta voidaan laajentaa käyttämällä leijutukseen kiertokaasua pienillä kuormilla tai jakamalla peti erillisiin osastoihin. /3/

Taulukko 5. Leijupetikattilan tyypillisiä toiminta-arvoja (Kvarner Pulping)

Tilavuusrasitus	0,1-0,5 MW/m ³
Poikkipintarasitus	0,7-3 MW/m ²
Petin painehäviö	6,0-12 kPa
Leijutusnopeus	0,7-2 m/s
Petin korkeus	0,4-0,8 m
Primääri-ilman lämpötila	20-400 °C
Sekundääri-ilman lämpötila	20-400 °C
Petin lämpötila	700-1000 °C
Kaasutilan lämpötila	700-1200 °C
Sekundääri-ilman osuus	30-70 %
Ilmakerroin	1,1-1,4
Petin tiheys	1000-1500 kg/m ³

3.1.2 Kiertopetikattila

Kieropetikattiloissa käytetään suurempia leijutusnopeuksia ja hienojakoisempaa petimateriaalia kuin leijupetikattiloissa. Kiertopetikattiloiden leijutusnopeus on 3-10 m/s ja hiekan raekoko 0,1-0,5 mm. Näin ollen kiertopetikattila toimii leijutusalueella, jolle on ominaista voimakas pyörteisyys ja hiukkasten hyvä sekoittuminen. Kiertopetistä ei erotu selvää pintaa, vaan petin tiheys pienenee korkeuden funktiona osan hiekasta tempautuessa savukaasujen mukaan. Tulipesästä kaasuvirtauksen mukana poistuvat hiukkaset erotetaan syklonissa ja palautetaan tulipesään. Jotta syklonin erotusaste saadaan hyväksi, savukaasun on virrattava sykloniin tarpeeksi nopeasti, n. 20 m/s. Polttoaine syötetään kiertopetikattilaan joko etuseinän kautta tai sekoittamalla se sykloninista palaavaan hiekan joukkoon. Yleensä käytetään pelkästään jälkimmäistä tapaa. Mikäli sille ei saada aikaan tarpeeksi tasaista syöttöä, voidaan suuriin tulipesiin osa polttoaineesta syöttää myös etuseinän kautta. Jotta kiertopetikattilan petimateriaali säilyisi riittävän hienojakoisena, on polttoaineen mukana tulleet suuret kivet ja tuhka-agglomeraatit poistettava arinan läpi kuonakuljettimelle. Hiekan kulutuksen pienentämiseksi voidaan poistettu

petimateriaali seuloa ja käyttökelpoinen jae palauttaa kattilaan. Hienojakoinen tuhka poistuu kattilasta savukaasujen mukana, koska se on niin hienojakoista ettei se enää erotu palautussyklonissa savukaasuista. Savukaasujen mukana kulkeva lentotuhka erotetaan mm. sähkösuodattimella tai letkusuotimella. /3/

Sähkösuodatin on yleisempi näistä kahdesta kiinteää polttoainetta polttavissa laitoksissa. Sähkösuodattimessa tuhka- ja nokihiukkaset poistetaan korkeajännitteisellä sähkökentällä, näin ollen hiukkaset kiinnittiyvät suodattimessa oleviin keräyslevyihin. Keräyslevyjä tärisyttämällä hiukkaset saadaan tippumaan alla olevaan pölynkeräyslaitteistoon. Sähkösuodatin poistaa jopa alle 1 μm kokoiset hiukkaset. /9/

Kuitusuodattimissa (letkusuodatin) tuhka- ja nokihiukkaset erotetaan kangassuodattimilla, joihin partikkelit tarttuvat. Suodattimia voidaan valmistaa monista eri materiaaleista mm. villa, nylon ja teflon. Letkusuodattimien erotusaste on melkein 100%. /9/

Palamisilma tuodaan kattilaan primääri- ja sekundääri-ilmana. Primääri- eli leijutusilma tuodaan pohjasuuttimien kautta. Primääri-ilman osuus koko ilmamäärästä on polttoaineen mukaan 40-60% ja eräät, vähän haihtuvia komponentteja sisältävät polttoaineet tarvitsevat sitä jopa 75%. Sekundääri-ilma johdetaan leijukerrokseen parille eri tasolle muutama metri arinan yläpuolelle. Sekundääri-ilmaa voidaan säätää portaattomasti 15-100%, kaiken kaikkiaan kattilan säätöalue on laaja ja minimiteho on n. 30%. Kattilan käynnistystä ja ylösajoa varten kattila varustetaan samanlaisilla käynnistyspolttimilla kuin leijupetikattilatkin.

Kiertopetitekniikalla on mahdollista polttaa hyvällä hyötysuhteella myös huonolaatuista, vähän haihtuvia komponentteja sisältävää hiiltä, josta ei leijupetissä tai pölypolttona saada riittävän hyvää palamistulosta. Kiertopetikattilassa savukaasujen mukaan tempautuvat, palamatta jäneet polttoainepartikkelit erottuvat savukaasuista syklonissa ja palautuvat takaisin tulipesään, jolloin saadaan aikaan tarpeeksi pitkä palamisaika ja sen ansiosta hyvä palamishyötysuhde. Lisäksi kiertopetitekniikan etuna ovat pienet NO_x -päästöt ja mahdollisuus edulliseen savukaasujen rikinpoistoon. Koska palamislämpötila on alhainen (800-950 °C), jää NO_x :n muodostuminen vähäiseksi. Myös savukaasujen puhdistaminen rikistä käy kiertopetikattiloissa yksinkertaisesti syöttämällä tulipesään kalkkia. Kalkki reagoi polttoaineessa olevan rikin kanssa muodostaen kipsiä, joka poistuu kattilasta tuhkan

mukana. Kiertopetikattiloiden viimeaikainen kehitystyö on keskittynyt pitkälti sykloneihin. /3/

Taulukko 6. Kiertopetikattilan tyypillisiä toiminta-arvoja (Foster Wheelers)

Tilavuusrasitus	0,1-0,3 MW/m ³
Poikkipintarasitus	0,7-5 MW/m ²
Kokonaispainehäviö	6,0-15 kPa
Leijutusnopeus	3-10 m/s
Primääri-ilman lämpötila	20-400 °C
Sekundääri-ilman lämpötila	20-400 °C
Petin lämpötila	800-950 °C
Loppulämpötila	850-950 °C
Sekundääri-ilman osuus	25-65 %
Ilmakerroin	1,1-1,3
Petin tiheys	10-100 /m ³

3.1.3 Leijuhiekka

Puusta peräisin olevat alkalimetallit vaikuttavat leijupoltosta olevan pedinmateriaalin käyttäytymiseen. Erityisesti metsähakkeen poltossa leijukerrosmateriaalina käytettyjen pedinhiekkapartikkelien ympärille tarttuu alkalimetalleja, maa-alkalimetalleja ja fosforia sisältäviä yhdisteitä. Nämä yhdisteet agglomeroivat pedin partikkeleita toisiinsa ja kasvattavat partikkelien kokoa, eli peti karkenee. Pelkkää puuta poltettaessa leijupedin sintraantuminen saattaa myös muodostua ongelmaksi. Suuret agglomeraatit saattavat tukkia petiin tulevat polttoilmasuuttimet, jolloin koko leijukerroskattila lakkaa toimimasta. Ongelmia pystytään estämään tihentämällä pedin materiaalin vaihtoa. Lisäksi puupolttoaineet sisältävät vähemmän tuhkaa kuin turve, jolloin tarvitaan enemmän pedin materiaalia prosessista poistuneen hiekan tilalle. Arviolta 30-40%:n turpeen osuudella voidaan parantaa kerrostumien laadun ja pedin käyttäytymisen hallintaa./5/

3.1.4 Pohjatuhka

Pohjatuhka syntyy palamisen sivutuotteena ja se poistetaan poistoputkia pitkin kattilan pohjalta. Rakenteeltaan se on mineraalinen materiaali ja vastaa lähinnä hiekkaista soraa. Polttoaineen mukana tullut palamaton materiaali, joka ei ole poistunut magneeteilla, poistuu pohjatuhkan mukana. Pohjatuhkan käsittely aiheuttaa voimalaitoksille kustannuksia. Pohjatuhkalle on etsitty käyttötarkoituksia, jotta sitä ei tarvitsisi kuljettaa kaatopaikalle. Pääasiassa käyttökohteet ovat olleet katujen ja kevyenliikenteenväylien suodatinkerroksessa, pengertäytössä, kenttärakenteissa ja muissa täytöissä. UPM:n Lappeenrannan biovoimalaitos tutkii mahdollisuutta tehdä tuhka kaatopaikkajätteen sijaan kaatopaikan rakennusainetta. /4/

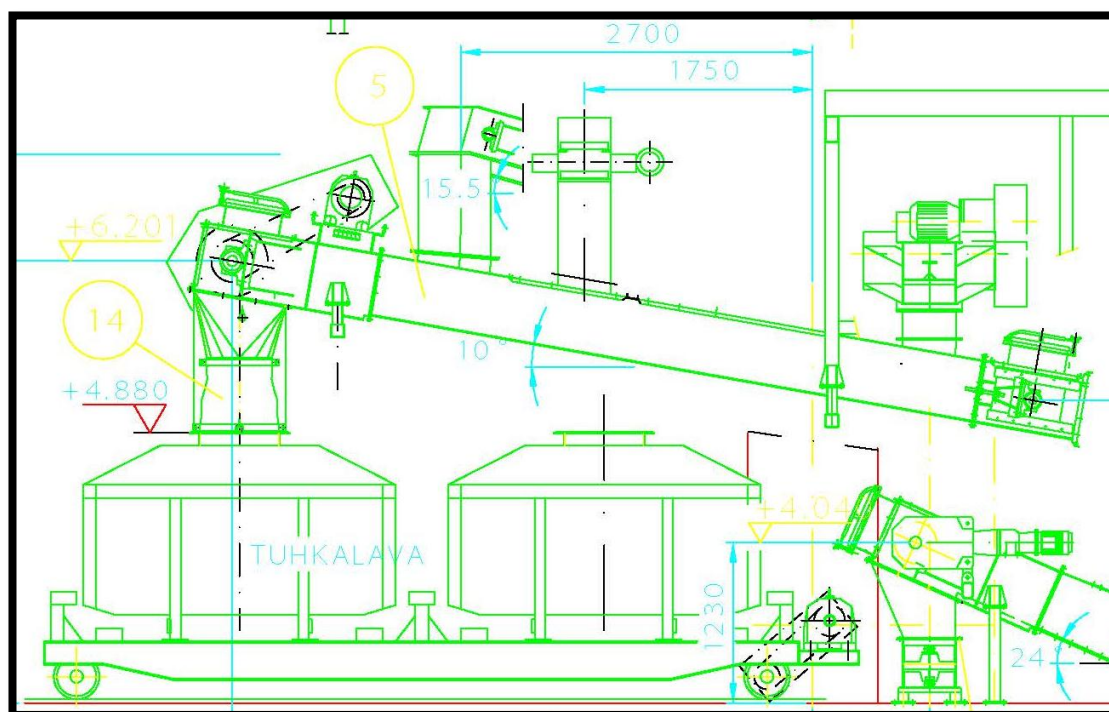


Kuva 5. Pohjatuhkaa ja pohjatuhkan poistoaukot (kuva Niko Karilainen)

4 NYKYISET KÄYTÄNNÖT, BENCHMARKING

4.1 Aittaluodon nykyinen käytäntö

Tällä hetkellä Aittaluodon R- ja RT-kattiloiden pohjatuhka ajetaan samaan konttiin. Petihiekkaa ja pohjatuhkaa ei eroteta toisistaan mitenkään. Pori Energia Oy:n teettämien koeseulontojen mukaan 72% kontin sisällöstä voitaisiin käyttää uudestaan (liite 4 & 5). 72% on laskettu keskiarvo seulotuista näytteistä (0,5mm - 1,4mm seula välillä). Kuvassa 6 näkyy nykytilanne ja tähän kuvaan on hyvä verrata uusia ratkaisuja.



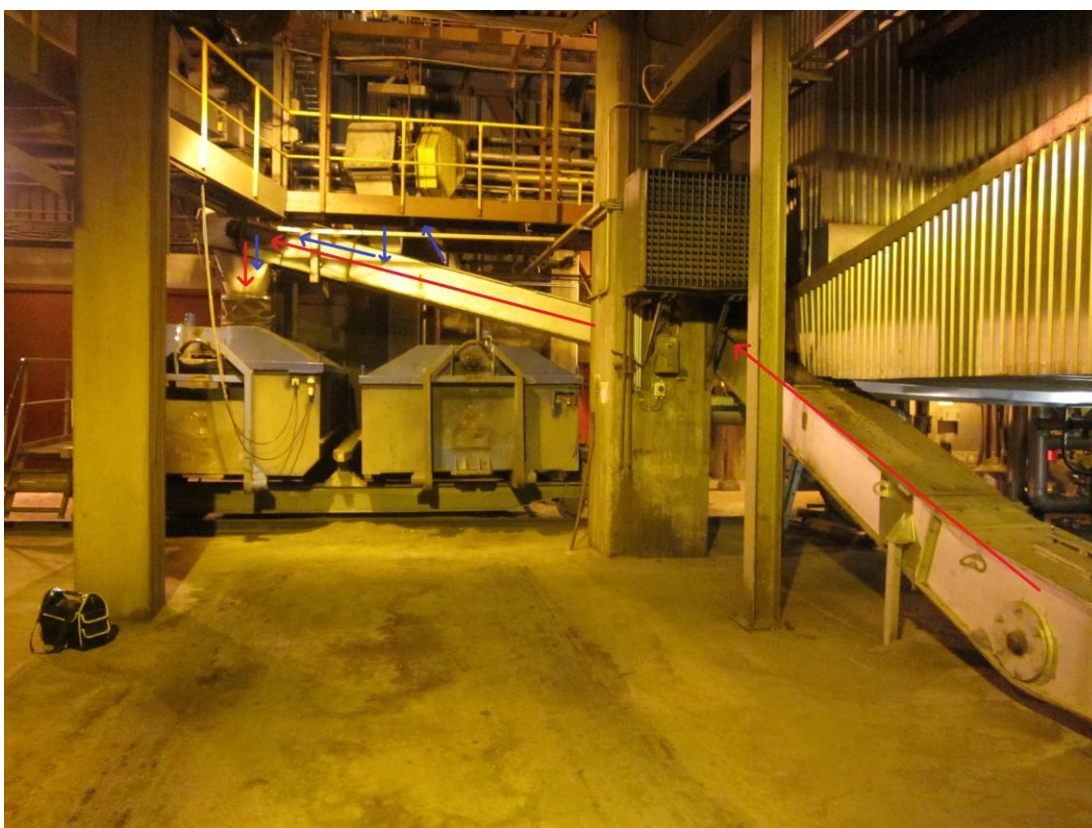
Kuva 6. Kokoonpanokuva nykytilanteesta (kuva BMH Technology Oy)

4.1.1 R-kattilan nykyinen käytäntö

R-kattilasta pohjatuhkaa poistetaan kuudesta tuhkanpoistoluukusta. Luukuista pohjatuhka tippuu jäähdytetylle ruuvikuljettimelle, joka kuljettaa tuhkan raappakuljettimelle. Raappakuljettimeen tulee myös R-kattilan kakkosvedon tuhkat. Raappakuljetin nostaa pohjatuhkan toiselle raappakuljettimelle, joka vie tuhkan konttiin. Tuhkan kulku on piirretty kuvaan 7 sinisellä viivalla.

4.1.2 RT-kattilan nykyinen käytäntö

RT-kattilasta pohjatuhkaa poistetaan 12 tuhkanpoistoluukusta. Pohjatuhka tippuu jäähdytetyille ruuvikuljettimille, jotka kuljettavat tuhkan raappakuljettimella edelleen konttiin. Konttia edeltävään raappakuljettimeen liittyy myös RT-kattilan kakkosvedon tuhkat. Tuhkan kulku on piirretty kuvaan 7 punaisella viivalla.



Kuva 7. R- ja RT-kattiloiden pohjatuhkan kulku konttiin (kuva Niko Karilainen)

4.2 Pohjatuhkan käsittely Porin Prosessivoima Oy:n laitoksilla

Porin Prosessivoima Oy:n Kaanaan voimalaitoksella on kaksi kiinteää polttoainetta polttavaa kattilaa ja kolme öljykäyttöistä kattilaa. Metson toimittama kiertopetikattila, on otettu käyttöön vuonna 2008. Kattila on polttoaineteholtaan 177

MW. Kattila käyttää polttoaineena turvetta, bio polttoaineita, REF-kierrätysmateriaalia, kivihiiltä ja öljyä. Toinen kiinteää polttoainetta käyttävä Pyroflow leijupetikattila käyttää polttoaineena kivihiiltä ja öljyä. Kattila on teholtaan 81 MW. Kattila on otettu käyttöön vuonna 1987. Öljykattiloiden polttoainetehot ovat 28 MW, 44 MW ja 32 MW.

4.2.1 CFB Cymic- kattilalaitos

CFB lyhenne tulee englannin kielisistä sanoista circulating fluidized bed, joka kuvaa käytettävän polttotekniikan. Cymic taas on Metso Oy:n käyttämä kauppanimi. Kattila on kiertopetikattila. Pohjatuhkaa poistetaan yhteensä seitsemästä pohjantuhkapoisto aukosta. Aukoista tuhka tippuu jäähdytetylle ruuvikuljettimelle, joka kuljettaa tuhkan jäähdytetylle raappakuljettimelle. Raappakuljetin nostaa tuhkan pohjatuhkaseulalle. Seula on BMH Technology Oy:n toimittama ja sen teknisettiedot on esitetty taulukossa 7. Seulassa pohjatuhkasta erotetaan käyttökelpoinen petihiekka kahden verkon avulla. Karkea materiaali poistuu ensimmäisestä ja hieno materiaali toisesta verkosta. Käyttökelpoinen petihiekka palautetaan kattilaan ja käyttökelvoton materiaali jaetaan raappakuljettimella neljään eri konttiin. Käyttökelpoinen petihiekka ammutaan paineilmalähettimellä takaisin kattilaan. Tuhkaa poistetaan kattilasta koko ajan. Kuvaan 8. on piirretty punaisella viivalla pohjatuhkan kulku seulaan. Seula on toiminut hyvin, mutta alkuperäisestä on vain runko jäljellä, kaikki muut osat on vaihdettu. Ennakkohuolto tehdään kerran kuukaudessa (Liite 3). Seulan karkean sisäverkon tukkeutuminen on suurin ongelma. Syynä tähän voidaan pitää varsinkin kierrätyspolttoaineen mukana tulevaa palamatonta materiaalia (metallit)./7/ Palamaton materiaali aiheuttaa myös huomattavaa kulumista. Harmia on myös aiheuttanut hiekan siirtoputkintoston korjaukset, varsinkin laippaliitosten kohdista. Kattila on käytössä kesärevisiota lukuunottamatta koko vuoden, joka myös selittää seulan huoltotarvetta. Kuvaan 8 on sinisellä viivalla piirretty pohjatuhkan reitti, kun seula halutaan huollon ajaksi erottaa prosessista.

Taulukko 7. CFB Cymic- kattilalaitoksen pohjatuhkaseulan tekniset tiedot.

Moottori	1,5kW/1500rpm
Vaihte	Kumera RFM-3100 H1 i=100 LA
Kapasiteetti	5 m ³ /h



Kuva 8. Pohjatuhkan kulku CFB Cymic- kattilalla (kuva Niko Karilainen)

4.2.2 Pyroflow- kattilalaitos

Pyroflow -kattila vastaa tekniikaltaan ja teholtaan enemmän Aittaluodon kattiloita, suurimpana erona voidaan pitää eri polttoainetta. Pohjatuhkaa poistetaan kolmesta pohjatuhkanpoistoaukosta. Aukoista tuhka tippuu kolmelle jäähdytetylle ruuvikuljettimelle, jotka vievät tuhkan raappakuljettimelle, joka nostaa pohjatuhkan pohjatuhkaseulalle. Seula on Raumaster Oy:n toimittama ja se on käyttöön otettu vuonna 2002. Taulukossa 7 on esitetty seulan tekniset tiedot. Seulassa pohjatuhkasta erotetaan käyttökelpoinen petihiekka kahden verkon avulla. Karkea materiaali poistuu ensimmäisestä ja hieno materiaali toisesta verkosta. Käyttökelpoinen

materiaali palautetaan kattilaan ja käyttökelvoton materiaali jaetaan ruuvikuljettimella kahteen eri konttiin. Käyttökelpoinen petihiekka ammutaan paineilmalähettimellä takaisin kattilaan. Seula on toiminut hyvin. Seulaan ei ole pitänyt vaihtaa muita osia, kuin verkkoja. Seulaan tehdään kerran vuodessa huolto. Sisäverkko ei tukkeudu ja syynä tähän voidaan pitää polttoaineen tasaista ja hyvää laatua. Pienempi kunnassapidon tarve selittyy myös huomattavasti lyhyemmällä ajokaudella, kattila on käytössä talven kylmimpinä kuukausina ja CFB Cymic-kattilan ollessa kesärevisiossa. /7/ Eniten harmia on aiheuttanut hiekan siirtoputkintoston korjaukset, varsinkin laippaliitosten kohdista. Kuvaan 9 on punaisella viivalla piirretty pohjatuhkan kulku seulaan normaali tilanteessa, sininen viiva kertoo pohjatuhkan reitin, seulan huollon aikana.

Taulukko 8. Pyroflow- kattilalaitoksen pohjatuhkaseulan tekniset tiedot.

Moottori	2,2kW/1500rpm 400V 50Hz B5 ABB
Vaihde	Kumera RFM-3100 RA 5* i=56
Kapasiteetti	3 m ³ /h
Pyörimisnopeus	26 rpm



Kuva 9. Pohjatuhkan kulku Pyroflow- kattilalla (kuva Niko Karilainen)

4.3 Yhteenveto

Porin Prosessivoiman kattilalaitoksien pohjatuhkan käsittelylaitteistojen tekniikkaa voidaan pitää samanlaisena. Erotus tapahtuu samalla menetelmällä ja laitteistot ovat fyysisiltä mitoiltaan hyvin lähellä toisiaan. Laitteistojen kapasiteetti on suurin ero, koska CFB Cymic- kattila on teholtaan paljon suurempi paljon, jolloin myös tuhkaa syntyy enemmän.

5 TOIMITTAJIEN TARJOAMAT RATKAISUT

Ratkaisuja tiedusteltiin kolmelta eri toimittajalta. Toimittajiksi valikoitui BMH Oy, Metso Oy ja Raumaster Oy. Kaikki toimittajat tekevät vuosittain huoltotöitä laitoksilla, joten kokemuksia yrityksistä löytyi ennestään. Toimittajilla on myös mittava kokemus voimalaitoksista ja niiden eri komponenteista, kuten hiekan seulonnasta. Kaikkille toimittajille lähetettiin hyvissä ajoin sähköposti-tiedustelu koskien pohjatuhkankäsittelylaitteistoa, joka kerää käyttökelpoisen hiekan talteen. Kaikkien toimittajien kanssa kierrettiin Aittaluodon voimalaitoksen pohjatuhka-alue joulukuun 2012 ja tammikuun 2013 välisenä aikana.

5.1 Raumaster Oy:n ratkaisu

Raumaster Oy:n toivomuksesta tämä osa on salainen.

5.2 BMH Technology Oy:n ratkaisu

BMH Technology Oy:n toivomuksesta tämä osa on salainen.

5.3 Metso Oy:n ratkaisu

Metso Oy vetäytyi, koska olisi tarjonnut Raumaster Oy:n tuotteita.

5.4 Yhteenveto ratkaisusta

Molempien ratkaisuissa oli hyviä ja huonoja ominaisuuksia, kuten edellä voidaan todeta. Pidän Raumaster Oy:n ratkaisua kuitenkin paremmin suunniteltuna ja valmiimpana toteutettavaksi. Suunnitelmassa on otettu hyvin huomioon kunnossapidon vaatimukset ja käytössä oleva tila.

6 INVESTOINTI

Tällä hetkellä petihiekan hinta voimalaitokselle toimitettuna on XXX€/ t +alv.

Voimalaitokselle tuodaan petihiekkaa vuodessa 2979 tonnia (liite 1), eli petihiekan kustannus vuodessa on XXX€. Pohjatuhkan poisviennin hinta voimalaitokselta on XXX€/ t+alv. Vuodessa pohjatuhkaa viedään pois voimalaitokselta 3520 tonnia (liite 2), eli vuosi kustannus on XXX€. Petihiekan tuonnin + pohjatuhkan poisviennin kokonaiskustannus vuodessa on XXX€ + XXX€ = XXX€. Koeseulonnan mukaan 72% kontin tämän hetkisestä sisällöstä voitaisiin käyttää uudelleen. Koeseulonnan tulokseen ei voida täysin luottaa, koska kontissa karkea materiaali menee painonsa voimasta pohjalle ja hienompi jae jää pintaan. Tämä lisää näytteenottajan merkitystä tuloksessa, eli mistä kohtaa/miten näyte on otettu. Oletetaan, että pohjatuhkan seulontalaitteiston asennuksen jälkeen 50% kontin sisällöstä voitaisiin käyttää uudelleen, näin ollen vuodessa syntyisi säästöä XXX€. Tässä laskelmassa molempien kattiloiden pohjatuhka seulotaan, tarjouksista päätellen R-kattilaan ei olla rakentamassa hiekan palautuslinjaa. Pori Energia Oy antoi tarjouksien keskihinnan, jonka mukaan on laskettu takaisinmaksuaika. Keskihinta on XXX€.

Takaisinmaksuaika lasketaan kaavalla investoinnin suhde säästöihin eli XXX€ / XXX€ = 3,25 vuotta. Takaisinmaksuaikaa voidaan pitää kohtuullisena. Petihiekan ja pohjatuhkan kustannuksien kehityksestä voidaan päätellä, että kustannukset eivät tule pienentymään lähitulevaisuudessa. Esimerkiksi viisi vuotta sitten petihiekan hinta voimalaitokselle toimitettuna oli XXX€/ t+alv.

Investoinnin kannattavuuden suurimman kysymyksen aiheuttanee kattiloiden odotettu käyttö-ikä. R-kattilan elinkaari alkaa olemaan tiensä päässä maksimissaan 4-5 vuotta, RT-kattilan odotettu elinikä on pidempi. Kunnossapitoon syntyviä lisäkustannuksia ei ole syytä unohtaa, koska kunnossapitoa vaativien laitteiden määrä lisääntyy. Myöskin paineilman ja sähkön kulutuksesta aiheutuu kustannuksia.

R-kattilan hiekan palautuslinjan lisäämistä pitäisi mielestäni vielä harkita. Teknisesti tämä olisi helposti toteutettavissa. Siirtoputkistoon lisätään venttiili, jolla käyttäjä voi jakaa seulotun hiekan haluaamansa kattilaan./8/ Siirtomatka R-kattilalle ei ole pitkä, jolloin siirtoputkiston kustannukset eivät kohoa. Hyvin läheltä menee myös hiekan nykyinen syöttöputki, joten tämän linjan hyödyntämistä tulisi tutkia.

Investointi olisi ympäristön kuormituksen kannalta edullinen ratkaisu. Nykyinen kaatopaikkojen kuormitus pohjatuhkalla ei ole kannattavaa. Myöskin kuorma-auto liikenteen väheneminen on ympäristölle eduksi. Voimalaitosalueella turvallisuus paranee, koska hiekkarekka ei ole niin useasti tukkimassa toista ajokaistaa hiekanpurun aikana Kuninkaanlahdenkadulla.

LÄHTEET

- /1/ Teboilin www-sivut. Viitattu 29.12.2012.
<http://www.teboil.fi/Product.asp?path=1;1510;1508;4349;4591>
- /2/ Pori Energia Oy:n toimintakertomus 2011 Viitattu 29.12.2012.
<http://www.porienergia.fi/index.php?action=item-view&item-action=view&item-hash=2e6c0e2b424d289e042038104637b9c8>
- /3/ Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P., Pakkanen, H. 2000. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: Edita.
- /4/ Kantola, E. 2010. Tuhkatonnit odottavat Tuosan kaatopaikalla hyötykäyttöä. Etelä-Saimaa 12.01.2010.
- /5/ Hämäläinen, J. Makkonen, P. 2003 Leijupolttoteknologia: vihreää energiaa. Rakennettu ympäristö 1/2003
- /6/ Setälä, M. 2013. Tuotantoinisinööri, Pori Energia Oy. Pori. Henkilökohtainen tiedonanto 4.1.2013
- /7/ Vuorisalo, M. 2013. Kunnossapitomestari, Pori Energia Oy. Pori. Henkilökohtainen tiedonanto 4.1.2013
- /8/ Naskali, T. 2013. Myyntipäällikkö, Raumaster Oy. Pori. Henkilökohtainen tiedonanto 2.1.2013
- /9/ Energiateollisuus ry:n www-sivut. 2013. Viitattu 3.4.2013.
<http://www.energia.fi>

LIITELUETTELO

LIITE 1	Voimalaitokselle toimittettu petihiekka
LIITE 2	Pohjatuhkan toimitus voimalaitokselta
LIITE 3	Ennakkohuolto –työmääräin
LIITE 4	Pohjatuhka koontinäyte 5.- 9.11.2012
LIITE 5	Pohjatuhka koontinäyte 12., 15.- 16.11.2012



Summa_Toimittaja



Alku: 1.1.2011 0:00:00
Loppu: 1.1.2012 0:00:00

24.4.2012 14:55

Toimittaja	Tuote	Kuormia	Massa t	Kosteus %	Lämpöarvo MJ/kg	Riikki	Tuhtia %	Lämpöenergia MWh
SP Milnerais	Pelttielekka	1	43,10					
SIBELCO Nordic/A	Pelttielekka	80	2 936,30					
Yhteensä		81	2 979,40					0,00



Summa_Toimittaja



Alku: 1.1.2011 0:00:00
Loppu: 1.1.2012 0:00:00


24.4.2012 14:53

Toimittaja	Tuote	Kuomila	Maassa t	Kosteus %	Lämpöarvo MJ/kg	Riikki	Tuhka %	Lämpöarvo MWh
Pori Energia Oy/A	Lentotuhka	461	6	594,75				
Pori Energia Oy/A	Alatunka	273	3	720,14				
Yhteensä		734	10	314,89				0,00



EH -TYÖMÄÄRÄIN

Päivä: 16.01.2013
 Aika: 08:30:26
 Sivu: 1 (1)
 Ajaja: MARKKU.VL

Kuvaus	ENNAKKOHUOLTO POHJATUHKAN SEULAN TARKASTUS			TTilnro TTP07100287
				
Ilmoittaja:				
Syks	200	TUOTANTO		
Kohde	53560	Toim	0	Proj
V.alue	KONE	Alkupvm:	05.02.2013	Loppupvm: 05.02.2013
Työn kuvaus	Tarkastetaan: Seularummun verkkojen kunto, vuodot, moottorin lämpötila ja jäähdytysriipojen puhtaus, vaihteen lämpötila ja käyntiääni, laakerien toiminta ja kunto, pyörintävahdin toiminta, pudotussuppilon puhtaus, sekä ruuviliitosten kireys. (Kansio Metso 6/17 ja 7/17)			
Pros.paikka	P P1HDA30AT001 POHJATUHKAN SEULA			
Laitetyyppi	P1HDA30AT001 POHJATUHKAN SEULA			
Sijainti				
Tekijät	KONE			
Reittiluettelo				
Piste	Prosessipaikka	Prosessipaikan nimi	Pvm Vahv	
Historia				
07.01.2013				
30.11.2012				
29.10.2012				

ARTTU TTYOTR59

Punnittu määrä 1. seulontaan 136,1 grammaa
Punnittu määrä 2. seulontaan 238 grammaa

Pohjatuotteen koonnityle 5.- 9.11.2012

Seulat	Seulan tyhjäpaino	Seula+jäännös	1.seulonnan %-osuus	Seula+jäännös 2.seulonmassa	2.seulonnan %-osuus	Keskiarvo	Keskihajonta
7,1 mm	321,2	336,4	11,2	393,1	30,2	20,7	6,73
5,0 mm	317,4	320,5	2,3	319,4	0,8	1,6	0,51
3,55 mm	346,1	347,6	1,1	348	0,8	1,0	0,11
2,80 mm	412,3	413,4	0,8	413,6	0,5	0,7	0,09
2,50 mm	501,2	501,9	0,5	502	0,3	0,4	0,06
2,00 mm	321,2	322,4	0,9	322,4	0,5	0,7	0,13
1,40 mm	312,6	320,7	6,0	319,7	3,0	4,5	1,05
1,00 mm	250,9	275,8	18,3	278	11,4	14,8	2,44
0,5 mm	254,5	321,1	48,9	355,4	42,4	45,7	2,31
0,315 mm	227,5	238,9	8,4	247,2	8,3	8,3	0,03
0,125 mm	214,5	216,5	1,5	218,2	1,6	1,5	0,03
0,045 mm	183,9	184,2	0,2	184,4	0,2	0,2	0,00
POHJA	246	246,1	0,0	246,1	0,0	0,0	0,00

Punnittu määrä 1. seulontaan 139 grammaa
Punnittu määrä 2. seulontaan 238,4 grammaa

Pohjatuhka koostinäyte 12., 15.- 16.11.2012

Seulat	Seulan tyhjäpaino	Seula+jäännös	1.seulonnan %-osuus	Seula+jäännös 2.seulonmassa	2.seulonnan %-osuus	Keskiarvo	Keskihajonta
7,1 mm	321,2	327,3	4,4	338,6	7,3	5,8	1,03
5,0 mm	317,4	317,6	0,1	319,9	1,0	0,6	0,32
3,55 mm	346,1	347	0,6	347,4	0,5	0,6	0,04
2,80 mm	412,2	412,6	0,3	412,8	0,3	0,3	0,01
2,50 mm	501,1	501,4	0,2	501,5	0,2	0,2	0,02
2,00 mm	321,2	321,6	0,3	322,1	0,4	0,3	0,03
1,40 mm	312,5	317,7	3,7	321,6	3,8	3,8	0,03
1,00 mm	250,9	270,6	14,2	287,9	15,5	14,8	0,48
0,5 mm	254,5	339,9	61,4	399,2	60,7	61,1	0,26
0,315 mm	227,5	241,5	10,1	246,2	7,8	9,0	0,79
0,125 mm	214,6	219,8	3,7	219,7	2,1	2,9	0,57
0,045 mm	183,9	185,2	0,9	184,9	0,4	0,7	0,18
POHJA	246,1	246,2	0,0	246,2	0,0	0,0	0,00